

Markus Lehtimäki ja Henri Nevanperä

Isobus-järjestelmä työkoneohjauksessa

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Auto- ja kuljetustekniikka

Auto- ja työkonetekniikan sv.



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijät: Markus Lehtimäki ja Henri Nevanperä

Työn nimi: Isobus-järjestelmä työkoneohjauksessa

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä:

Tässä työssä tutkittiin traktorin ja siihen kytkettävän työkoneen ISO 11783 -standardin mukaista tiedonsiirtojärjestelmää. Standardin mukainen käytännön sovellus on Isobus. Työn tarkoituksena oli selvittää Isobus-järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia kehittää Farmi Forest Oy:n tuotteita. Työ toteutettiin etsimällä järjestelmästä tietoa Internetistä, tutustumalla ISO 11783 -standardiin ja olemalla yhteydessä alan asiantuntijoihin.

Raportissa ISO 11783 -standardin sisältö käydään pääpiirteittäin läpi. Työssä käydään myös läpi järjestelmään kuuluvat komponentit, yhteensopivuuden testaus, järjestelmään kuuluvien komponenttien valmistajia ja suomalaiset Isobus-hankkeet. Nykyajan traktoreiden Isobus-sovellukset esitellään ja perehdytään traktorin tiedonsiirtotarpeisiin. Työkoneiden tämän hetken sovelluksiin perehdytään yleisellä tasolla ja asiaa tarkastellaan myös valmistajittain. Lopuksi keskitytään kehittämään Isobus-järjestelmää hyödyntäviä sovelluksia Farmi Forestin tuotteisiin.

Asiasanat: Isobus, työkoneväylä,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Specialisation: Automotive and Working Machine Engineering

Authors: Markus Lehtimäki and Henri Nevanperä

Title of the thesis: Isobus system in the working machine administration

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2010

Number of pages: 51

Number of appendices:

This work is about the ISO 11783, the standard of *Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network*. The practical application of the standard is the Isobus system.

The meaning of this work was to examine the possibilities to develop the Farmi Forest products that the Isobus system offers. The information about the subject was found in the internet and by contacting the specialists and researchers of the Isobus-system.

In the report the main content of the ISO 11783 – standard is gone through. In this work the components and compatibility testing of the system, the manufacturers of the components and the Finnish projects about Isobus are taken into account. The modern day tractor Isobus applications and the tractor need for the data transmission are included in this work. The applications of the agricultural machinery are examined on a common level and by the manufacturers. The final part focuses on developing the Isobus appliances in Farmi Forest products.

Keywords: Isobus, working machine data transmission

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	10
1.1 Yleistä	10
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet	11
1.3 Yritysesittely	11
2 ISOBUS-JÄRJESTELMÄ.....	12
2.1 Yleistä järjestelmästä.....	12
2.2 ISO 11783	13
2.2.1 ISO 11783-1	13
2.2.2 ISO 11783-2	14
2.2.3 ISO 11783-3	14
2.2.4 ISO 11783-4	15
2.2.5 ISO 11783-5	15
2.2.6 ISO 11783-6	15
2.2.7 ISO 11783-7	16
2.2.8 ISO 11783-8	16
2.2.9 ISO 11783-9	16
2.2.10 ISO 11783-10	17
2.2.11 ISO 11783-11	17
2.2.12 ISO 11783-12	18
2.2.13 ISO 11783-13	18
2.2.14 ISO 11783-14	18
2.3 Järjestelmän komponentit	18
2.4 Järjestelmän Isobus-yhteensopivuuden testaus	22
2.5 Suomalaiset Isobus-hankkeet	23
2.5.1 Agrix ja Farmix	23

2.5.2	Finnliner	23
2.6	Isobus-järjestelmien toimittajat.....	25
2.6.1	Wapice oy	25
2.6.2	Epec.....	25
2.6.3	Müller-Elektronik GmbH.....	26
2.6.4	Bitcomp.....	26
2.6.5	Parker	26
3	ISOBUS TRAKTORISSA	27
3.1	Yleistä	27
3.2	Tiedonsiirto ja sen tarve traktorin ja työkoneen välillä.....	27
3.3	Traktorien ryhmäjako	28
3.4	Saatavuus merkeittäin	31
3.4.1	Case IH.....	31
3.4.2	Fendt.....	31
3.4.3	John Deere	32
3.4.4	Massey Ferguson	33
3.4.5	New Holland	33
3.4.6	Valtra.....	34
4	ISOBUS TYÖKONEESSA.....	35
4.1	Yleistä	35
4.2	Nykyhetken sovellukset.....	35
4.2.1	Kylvö- ja maanmuokkauskoneet	35
4.2.2	Pintalevityskoneet.....	37
4.2.3	Nurmityökoneet	37
4.3	Isobus-yhteensopivien työkoneiden valmistajat	38
4.3.1	Amazone	38
4.3.2	Claas.....	38
4.3.3	Grimme.....	39
4.3.4	Hardi.....	39
4.3.5	Kverneland.....	39
4.3.6	Krone	40
4.3.7	Junkkari	40
4.3.8	Pöttinger	40

5	ISOBUS FARM FORESTIN TUOTTEISSA.....	41
5.1	Isobus metsätyökoneessa	41
5.2	Hakkuri.....	41
5.3	Juontolaite	42
5.4	Puutavarakuormain	43
5.5	Metsäperävaunu.....	44
5.6	Kustannusten arviointi	45
6	YHTEENVETO.....	47
7	LÄHTEET	48

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

ADIS	<i>Agricultural Data Interchange Syntax</i> , ISO 11783 -standardin mukainen koti- ja työkonetietokoneen välinen tiedonsiirtoformaatti.
Anturi	Elektronista tietoa keräävä laite (esim. lämpötila-, pyörimisnopeus-, ja asentotietoja).
CAN	<i>Controller Area Network</i> , Boschin kehittämä ohjainlaitteet yhdistävä verkko, käytetään ajoneuvoelektronikassa.
CAN_H, CAN_L	CAN-väyläjohton tiedonsiirtojohdot.
CAN 2.0b	ISO 11783 -standardia noudattavan järjestelmän CAN-protokollan tyyppi.
DGPS	Differentiaalikorjattu GPS, menetelmä, joka lisää GPS:n paikannustarkkuutta.
DIN	<i>Deutsches institut für Normung e.V.</i> , saksalainen standardisoimisjärjestö.
DIN 9684	Saksalainen standardi traktorin ja työkonen välisestä, CAN-väyläpohjaisesta tiedonsiirrosta.
ECU	<i>Electronic Control Unit</i> , ohjausyksikkö, joka lähettää ja vastaanottaa viestejä CAN-väylälle.
GPS	<i>Geographical Positioning System</i> , satelliitteihin perustuva paikannusjärjestelmä.

ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , kansainvälinen standardisointijärjestö.
ISO 11783	<i>Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network</i> ISO-standardi traktoreiden ja työkoneiden tiedonsiirtoväylästä maa- ja metsätaloussovelluksissa
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i> , amerikkalainen standardisointijärjestö.
SAE J1213	<i>Glossary of Automotive Electronic Terms</i> , ajoneuvoelektroniikan termiivistelmä
SAE J1939	<i>Recommended Practice for a Serial and Communications Vehicle Network</i> , ajoneuvojen tiedonsiirtoväylän suositeltu toteutustapa.
TBC	<i>Terminating Bias Circuit</i> , CAN- väylän päässä oleva laite, joka hallitsee päätepistettä.
TBC_PWR	TBC:n virransyöttö
TBC_RTN	TBC:n maadoitus
TECU	<i>Tractor Electronic Control Unit</i> , traktorin ohjausyksikkö
VT	<i>Virtual Terminal</i> , virtuaaliterminaali on laite jolla käyttäjä hallitsee työkoneväylään kytkettyjä laitteita
Väylä	Tiedonkuljetustie, johon on liitetty useita laitteita

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Isobus-järjestelmä. (Valtra 2006.)	13
Kuvio 2. Parker Isobus-terminaali. (Parker 2010.)	19
Kuvio 3. Esimerkki lisäohjaimesta. (Oksanen 2009.)	20
Kuvio 4. VT-liitin. (Kaarlonen 2006.)	21
Kuvio 5. Bus extension -liitin. (Kaarlonen 2006.)	21
Kuvio 6. IBBC-liitin. (Kaarlonen 2006.)	21
Kuvio 7. Diagnostiikkaliitin. (Kaarlonen 2006.)	22
Kuvio 8. Isobus-yhteensopivuuden leima. (VDMA 2009.)	23
Kuvio 9. Viljelyä toteuttava teknologia -osahankkeen rakenne. (Karhu 2010.)	24
Kuvio 10. Case AFS 600 Pro. (Case IH 2010.)	31
Kuvio 11. Fendt Vario -terminaali. (Fendt 2010.)	32
Kuvio 12. John Deere Greenstar 2600. (John Deere 2010.)	32
Kuvio 13. Massey Ferguson Datatronic 4. (Konekesko 2010.)	33
Kuvio 14. New Holland Intelliview III. (New Holland 2009.)	33
Kuvio 15. Valtran Isobus-terminaali. (Valtra 2005.)	34

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Nykyaikaisen maa- ja metsätalouden tehostuessa jatkuvasti myös työkoneilta vaaditaan paljon. Tuottajahintojen lasku ja suoritettavien työvaiheiden kustannusten nousu pakottaa viljelijät, metsänomistajat ja urakoitsijat harkitsemaan tarkemmin käytettävän koneketjun mitoitusta ja tehokkuutta. Tehtävät on pystyttävä suorittamaan entistä tarkemmin, nopeammin ja tehokkaammin. Automaation merkitys kasvaa työvoiman vähenemisen myötä.

Maataloustraktorit ja työkoneet tarvitsevat toimiakseen paljon mitattua ja laskettua tietoa. Tiedonkeruuta varten tarvitaan monipuolinen anturointi niin traktorissa kuin myös työkoneessa. Suurin osa työkoneen tarvitsemista tiedoista mitataan traktorin omia toimintoja varten. Tietomäärän kasvaessa ja työkoneiden monipuolistuessa myös tarvittava ohjainjärjestelmä monimutkaistuu. Jokaisella työkoneella on oma ohjainyksikkönsä. Isobus (ISO 11783) on standardoitu maatalouskoneissa käytetty tiedonsiirtoväylä, jossa työtapahintaan osallistuvat laitteet on sovitettu yhteensopiviksi riippumatta laitteen valmistajasta. Järjestelmä helpottaa nykyaikaisten työkoneiden hallintaa varsinkin, jos työkoneessa on paljon erilaisia toimintoja ja automaatiota.

Työn alussa perehdytään ISO 11783 -standardiin ja sen sisältöön. Seuraavassa osassa tutkitaan traktori- ja työkonevalmistajien jo tuotannossa olevia laitteita, jotka on varustettu Isobus-järjestelmällä. Näiden tietojen pohjalta pyritään kehittämään Farmi Forestin jo olemassa olevia tuotteita, sisällyttämällä niiden käytön ohjaukseen Isobus-väylätekniikkaa hyödyntäviä sovelluksia. Varsinainen käytännön tasolla tapahtuva kehitystyö ei kuulu tähän työhön.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Työssämme perehdymme Isobus-järjestelmän toimintaan ja jo käytössä oleviin sovelluksiin. Selvitämme mitkä työkonevalmistajat käyttävät järjestelmää, mistä traktoreista Isobus löytyy ja mitä tietoja traktoreista saa ulos. Tutkimme myös miten järjestelmään liitytään ja miten väylässä liikkuvia tietoja voidaan käyttää hyväksi. Selvitämme myös, onko työkoneen mahdollista ohjata traktoria järjestelmän avulla. Kyseessä on esiselvitystyö Isobus-väylätekniikan tarjoamista mahdollisuuksista Farmi Forestin tuotteisiin. Pyrimme kehittämään Farmi Forestin jo olemassa olevia tuotteita sisällyttämällä niiden käytön ohjaukseen Isobus-väylätekniikkaa hyödyntäviä sovelluksia. Olennaisena osana on myös järjestelmästä aiheutuneiden lisäkustannusten arviointi ja niiden vaikutus valmiin tuotteen hintaan.

1.3 Yritysesittely

Farmi Forest Oy on traktorikiinnitteisiä metsätaloustyökoneita valmistava yritys, joka on perustettu vuonna 1962. Ensimmäiset tuotteet olivat traktoriin kiinnitettäviä työkoneita. Yritys sijaitsee Iisalmessa, Peltosalmella noin 500 kilometriä Helsingistä pohjoiseen. ISO 9001 -laatu järjestelmä on sertifioitu vuonna 1994. Tuotekehitykseen panostetaan voimakkaasti ja ratkaisuja kehitetään yhdessä loppukäyttäjien kanssa.

Asiakaskunta on laaja ulottuen aina pienviljelijöistä urakoitsijoihin. Tuotteet ovat alun perin olleet niin sanottuja isäntälinjan koneita, nykyään traktorikoon jatkuvasti kasvaessa on valikoimaan tullut myös isompia puunkäsittelyyn tarkoitettuja koneita. Tuoteperheeseen kuuluvat juontolaitteet, metsäperävaunut, puutavarakuormaimet, klapikoneet ja hakkurit. Kaikkien koneiden yhteenlaskettu myyntimäärä on noin 300 000. Viennin osuus on yli 80 % ja vientimaita yli 40. Koneiden myynnistä ja jakelusta vastaa noin 30 maahantuojaa ja edustajaa. Suomessa Farmi Forestin tuotteita jälleenmyyvät Agritek Oy ja Rautakesko Oy. Nykyisin Farmi Forest Oy on Normet Corporationin tytäryhtiö. (Farmi Forest 2010.)

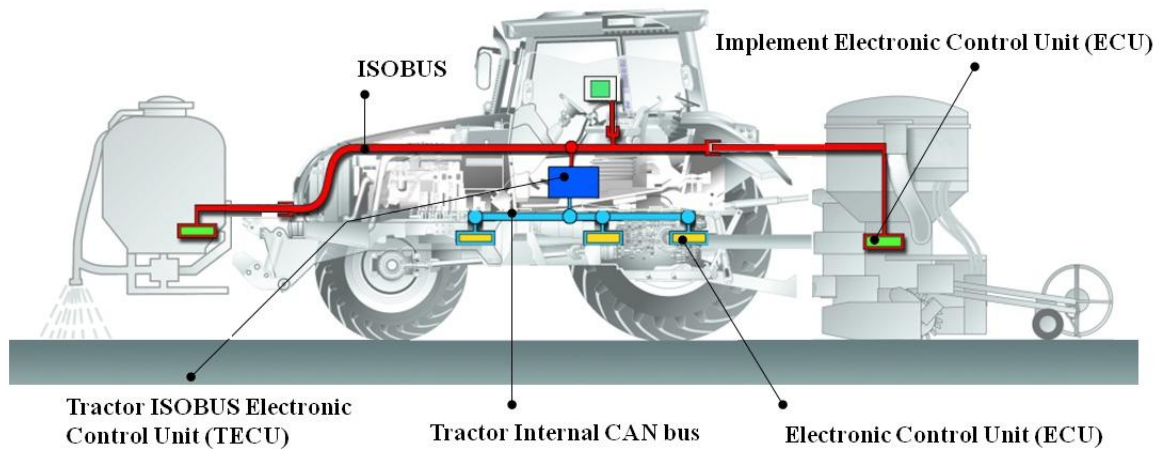
2 ISOBUS-JÄRJESTELMÄ

2.1 Yleistä järjestelmästä

Maatalouden tehokkuus- ja tarkkuusvaatimusten kasvaessa työkoneen jatkuva ajonaikainen säätö näyttelee yhä suurempaa osaa työtapautumassa. Aikaisemmin työkoneen säätö tapahtui mekaanisesti erilaisten vipujen ja veivien avulla. Työkoneiden koon kasvaessa lihasvoimalla tapahtuva säätö ei enää ole edes fyysisesti mahdollista.

Koska useimmissa työkoneissa erilaisia säätöjä on paljon, ei useimpien traktoreiden mekaanisesti säädetty ulkoinen hydraulikkakaan enää riitä, sillä hydraulikan ulosotot loppuvat kesken. Tämän takia työkoneiden säädöt on helpointa suorittaa sähköisesti ja sähköisesti esiohjattua hydraulikkaa käyttäen. Kun sähköisen ohjauksen määrä lisääntyy, työkone tarvitsee oman hallintapaneelin traktorin ohjaamoon. Usein maataloustraktoreilla käytetään useita eri työkoneita. Samalla traktorilla voidaan käyttää esimerkiksi kylvökoneita, kasvinsuojeluruiskua, niittomurskainta ja pyöröpaalainta. Ohjaamosta loppuu yksinkertaisesti tila, jos sinne asennetaan kaikkien käytettyjen laitteiden terminaalit yhtäaikaista.

Tämän ongelman takia on kehitetty Isobus (kuvio 1), joka on standardoitu traktorin ja työkoneen välinen tiedonsiirtoväylä. Järjestelmä mahdollistaa useiden eri työkoneiden hallinnan samalla terminaalilla. Näin ollen traktoriin ei tarvitse kytkeä erillistä elektronista hallintalaitetta jokaiselle työkoneelle erikseen. Käytännössä esimerkiksi Valtran valmistamaan Isobus-traktoriin voidaan kytkeä Junkkarin valmistama kylvökone ja Claasin valmistama terminaalili, sillä kaikki laitteet sopivat toisiinsa. Järjestelmä käyttää CAN-väylää, joka on laajemmin käytössä esim. henkilöautoissa. Isobus tulee sanoista International Organization for Standardization ja CAN bus, joka tarkoittaa CAN-väylää.



Kuvio 1. Isobus-järjestelmä. (Valtra 2006.)

2.2 ISO 11783

Isobus on ISO 11783 -standardin pohjalta tehty spesifikaatio, joka määrittelee, miten standardia tulkitaan. Isobus määrittelee ohjaamiseen ja tiedon välittämiseen soveltuvan tiedonsiirtoverkon virtuaaliterminaalin, antureiden, toimilaitteiden, hallintalaitteiden, traktorin ECU:n ja työkonen ECU:n välillä. Näin varmistetaan eri laitteiden mekaaninen ja digitaalinen yhteensopivuus. Yhdellä Isobus-terminaalilla voi ohjata kaikkia Isobus-yhteensopivia työkoneita. Isobus ei ole sama asia kuin työkonesignaali-liityntä (ISO 11786), joka on yksinkertaisempi analoginen versio. (Aisla 2002a.)

2.2.1 ISO 11783-1

Standardin ensimmäisessä osassa luokitellaan standardin sisältö yleisellä tasolla. Standardi määrittelee traktorin ja siihen kiinnitettävän työkonen välisen tiedonsiirron sähköisellä ja fyysisellä tasolla. Traktorin ja työkonen toimilaitteet on standardoitu aina liittimien sopivuudesta toimilaitteiden lähettämiin viesteihin saakka. Standardin tarkoituksena on sovittaa yhteen eri valmistajien työkonien ohjausjärjestelmät. ISO 11783 perustuu Boschin CAN-spesifikaatioon (CAN Specification 2.0 Part B) ja SAE J1939, SAE J1213 ja DIN 9684 -standardeihin. Järjestelmä

tukee kahta tai useampaa väylää. Yhdeksi osaksi on määriteltä traktorin oma väylä, joka mahdollistaa traktorin sisäisten järjestelmien keskustelun. Toinen osa on väylä, jonka tehtävä on hallita työkonetta ja mahdollistaa työkoneen ja traktorin välinen keskustelu. (Aisla 2002a.)

2.2.2 ISO 11783-2

Traktorin ja työkoneen ECU:jen, anturoinnin ja muiden toimilaitteiden välinen keskustelutapa ja muoto määritellään standardin toisessa osassa. Järjestelmä koostuu väylään liitetystä ECU:ista ja niiden välisistä sähkökytkennöistä. Standardi rajoittaa ECU:jen määrän kolmeen kymmeneen kappaleeseen väyläyksikköä (esim. traktori) kohti. Väyläkaapeli on nelinapainen. CAN_H- ja CAN_L-napoja pitkin kulkee toimilaitteiden väliset viestisignaalit. TBC_PWR- ja TBC_RTN-napoja pitkin kulkee virransyöttö TBC:lle. TBC (Terminating Bias circuit) on väylän päässä oleva laite, joka kertoo järjestelmälle väylän loppuvan siihen. Kun väylän päähän kytketään jokin toimilaite, laite kytkeytyy pois päältä. Diagnoosipistoke sekä terminaalin, työkoneen ja lisälaitteen kytkemiseen tarvittavien liittimien ulkoasun vaatimukset kerrotaan toisessa osassa. Väylän toiminta-arvot, kuten tiedonsiirron nopeus, ECU:jen jännitealueet ja toimintalämpötilat määritellään tässä osassa. ECU:jen toiminta virhetilanteissa ja toimenpiteet niiden korjaamiseksi ovat tietynlaisia. (Aisla 2002a.)

2.2.3 ISO 11783-3

Kolmannessa osassa keskitytään sähköiseen tiedonsiirtoon, sen ominaisuuksiin ja CAN-datan lähettämiseen. Väylällä kulkevat viestityypit ovat komento, pyyntö, lähetys, vastaus, kuittaus ja ryhmäviesti. Standardi määrittelee myös viestien priorisoinnin, väylälle pääsemisen ja virheiden tunnistamisen. Tämä osa perustuu Boschin CAN-spesifikaatioon, tosin jotain eroavaisuuksia löytyy. (Aisla 2002a.)

2.2.4 ISO 11783-4

Ohjainlaitteille ja muille komponenteille asetetut vaatimukset ja ominaisuudet määritellään neljännessä osassa. Erilaiset väylälle kytkettävät laitteet ja komponentit selviävät tässä osassa. Standardin neljännessä osassa kerrotaan ECU:jen tehtävät. Yksinkertaisimmillaan ECU ainoastaan lähettää viestejä eteenpäin. Monimutkaisimmillaan ECU suorittaa viestien tärkeysjärjestykseen asettamisen ja suodattamisen. ECU:t jaetaan viiteen tyyppiin: toistajaan, siltaan, reitittäjään, käytävään ja traktorin ECU:un. (Aisla 2002a.)

2.2.5 ISO 11783-5

Viidennessä osassa määritellään ECU:jen keskustelua keskenään ja niiden välisen viestien osoitteistoa. Myös toiminta lyhyissä virtakatkostilanteissa on määritelty. Jotkin ECU:ista ovat käytössä ainoastaan vikatilanteissa. (Aisla 2002a.)

2.2.6 ISO 11783-6

Kuudennesta osasta selviää järjestelmään kytkettävän virtuaaliterminaalin (VT) ominaisuusvaatimukset. Terminaali on näytöllä varustettu päätelaite, jonka avulla kuljettaja pystyy hallitsemaan järjestelmän toimintaa. VT:n näytöllä näkyy tietoja koneen tilasta ja sillä pystyy muuttamaan koneen toimintoja ja asetuksia. ECU:t hallitsevat terminaalin toimintaa. Terminaalissa on oltava neljänlaisia näppäimiä:

- kuusi näppäintä, joiden toiminta muuttuu terminaalin näytöllä olevan ohjelman mukaan
- vähintään esc- ja enter-näppäimet, joilla voidaan ohjata toimintoja ja muuttaa tietokenttien sisältöä.
- näppäimet, joiden toiminta ei muutu, vähimmäisvaatimuksena edelliseen näyttöön siirtyminen, ohjenäppäin ja hälytyksen kuittaus. Nämä näppäimet voidaan toteuttaa myös näytölle ohjelmallisesti.

- funktionäppäimet, joiden toiminta voi muuttua avoimen valikon mukaan. Näiden toimintaa ohjaa näppäinkohtainen ECU. Näppäimet voidaan toteuttaa myös ulkoisella näppäimistöllä.

Terminaalissa on oltava myös näppäimet kursorin liikuttamiseen ja lukuarvojen muuttamiseen. Laitteessa on oltava äänimerkki ja näytön vähintään 200 x 200 pikseliä. Laitteen komponentteja, prosessoritehoa ja näppäinten sijoittelua ei ole rajoitettu. Myöskään laitteen yleistä ulkoasua kohtaan ei ole asetettu vaatimuksia. (Aisla 2002a.)

2.2.7 ISO 11783-7

Seitsemäs osa kertoo traktorin ja työkonen välisen viestivalikoiman. Viestejä ovat esimerkiksi ajonopeus ja voimanulosoton tiedot. Itse viestien sisältö on määritelty hyvin tarkasti jokaiselle toimilaitteelle erikseen. (Aisla 2002a.)

2.2.8 ISO 11783-8

Tämä standardin osa kertoo viestit, jotka tarvitaan traktorin sisäiseen kommunikointiin. Sisällöltään tämä osa on samantyyppinen osan seitsemän kanssa. Standardin mukaan koneen sisäisen väylän ja työkonewäylän kommunikointi tulee hoitaa Tractor ECU:lla. Tractor ECU on traktorin päätietokone. Tämä standardin osa on identtinen SAE J1939/71 -standardin kanssa. (Aisla 2002a.)

2.2.9 ISO 11783-9

Yhdeksännessä osassa kerrotaan Tractor ECU:n toiminta ja tehtävät. Tractor ECU välittää kaikki tiedot traktorin oman väylän ja työkonen väylän välillä. Traktorin sisäisen väylän ei tarvitse olla ISO 11783 -standardin mukainen, mutta siitä lähtevän työkonewäylän tulee noudattaa standardia. Tractor ECU vastaa kaikesta viesti-

liikenteestä traktorin ja työkoneen välillä ja muokkaa traktorin viestiliikenteen työkoneväylälle sopivaan muotoon ja päinvastoin. Tämä ECU on yhteydessä kaikkiin väylällä oleviin laitteisiin. Tractor ECU on yksi järjestelmän tärkeimmistä osista. Traktorit on luokiteltu kolmeen ryhmään työkoneväylälle lähetettävien tietojen määrän perusteella (ks. kappale 3.2). (Aisla 2002a.)

2.2.10 ISO 11783-10

Tämä standardin osa määrittelee ECU:jen ja tehtäväkontrollerin (task controller) välisen tiedonsiirron. Data- ja viestiformaatin, kuten laskutoimitusten, on oltava tietynlaisia. Tehtävien hallinnalla on kaksi päätehtävää: resurssien ja viljelytoimenpiteiden hallinta. Resursseilla tarkoitetaan traktoreita, työkoneita, raaka-aineita ja niin edelleen. Tehtävienhallintajärjestelmään kuuluvat kotitietokone tarvittavine ohjelmineen ja työkoneiden tietokoneet. Tehtävät voidaan suunnitella kotitietokoneella ja siirtää sitten työkonetietokoneelle. Suunnitelma käsittää tehtävän, tekijän, ajan, paikan ja muita tehtävän suorittamiseen tarvittavia tietoja, kuten esimerkiksi kylvökoneessa lohko-kohtaiset siemen- ja apulantamäärät. Kotikoneella suunnitellut tehtävät muutetaan työkonetietokoneen ymmärtämään muotoon. Suunnitellun tehtävän tekemiseen tarvittavat tiedot välitetään edelleen työkoneen ECU:ille. Järjestelmä kerää tietoa tehdystä työstä dokumentointia varten. Kotikoneen ja työkonetietokoneen välinen tiedonsiirtoformaatti on ADIS (Agricultural Data Interchange Syntax). (Aisla 2002a.)

2.2.11 ISO 11783-11

Yhdestoista osa käsittelee traktorin ja työkoneen välisten viestien muodostamiseen tarvittavia dataelementtejä. Viestien sisältö on aiemmin kuvattu osassa seitsemän. (Aisla 2002a.)

2.2.12 ISO 11783-12

Kahdestoista osa käsittelee isobus-järjestelmän vikadiagnostiikkaa. Tässä standardin osassa määritellään ECU:jen tunnistamiseen tarvittavat parametrit ja tunnistuksessa käytetyt viestityypit. Tämä osa käsittää myös järjestelmän toiminnan vikatilassa ja vikojen diagnosoinnin. (ISO 11783-12.)

2.2.13 ISO 11783-13

Standardin kolmastoista osa käsittelee järjestelmän tiedostopalvelinta eli laitetta, johon tallentuu tietoja laitteen toiminnasta. Tietojen siirto- ja tallennustapa on tietynlainen. Myös tiedostojen käsittely, tallennus ja koko on määritelty tässä osassa. (ISO 11783-13.)

2.2.14 ISO 11783-14

Tämän työn kirjoitushetkellä ei standardin neljättätoista osaa ole vielä julkaistu. Tämä osa tulee käsittelemään automatisoituja toimintoja. (ISO 11783-13.)

2.3 Järjestelmän komponentit

Järjestelmään kuuluu useita osia, joiden avulla kerätään tietoa, välitetään sitä tai hallitaan järjestelmää. Järjestelmän tärkein osa on Isobus-yhteensopiva traktori. Traktori toimii kiinnityspisteenä yhteensopiville työkoneille ja laitteille – niin mekaanisesti kuin sähköisesti. Traktori toimii myös virtalähteenä koko järjestelmälle. (Kaarlonen 2006.)

TECU (tractor electronic control unit) välittää informaatiota traktorin omalta sisäiseltä väylältä Isobus-työkoneväylälle. TECU hallitsee työkoneväylän virransyöttöä ja lähettää väylälle traktorin antureilta kerättyä tietoa. (Oksanen 2009.)

Isobus-terminaali (VT) (kuvio 2) on käyttöliittymä järjestelmään. Sitä käytetään tiedon näyttämiseen kuljettajalle, tietojen syöttämiseen ja syötettyjen tietojen tallentamiseen. Terminaali voi olla kolmannen osapuolen valmistama riippumatta traktorin tai työkonevalmistajasta. Näytön ulkoasun valmistaja voi muokata haluamaiseen. Ajon aikana aktiivisena olevan näytön tulisi olla mahdollisimman selkeä ja pelkistetty, jolloin tarpeelliset tiedot selviävät nopealla vilkaisulla. Koneen tilan saa helpoiten kerrottua käyttämällä graafisia symboleja ja viisarimittareita. Rungas tekstin ja numeeristen tietojen määrä tekee näytöstä sekavan, jolloin pidemmän päälle näytön seuraaminen on rasittavaa. Vian ilmaantuessa järjestelmään, terminaali ilmoittaa siitä äänimerkillä ja näytössä vilkkuvalla varoitussymbolilla. Äänimerkkejä on käytettävä harkiten, sillä niiden liiallinen määrä ärsyttää kuljettajaa. (Fellmeth 2003.)



Kuvio 2. Parker Isobus-terminaali. (Parker 2010.)

Lisäohjain (kuvio 3) on terminaaliin liitettävä erillinen laite, jolla voidaan hallita työkoneen toimintoja. Työkoneen toimintojen hallinta terminaalin painonappien kautta saattaa olla hankalaa, koska nappien toiminnot vaihtelevat kulloinkin aktiivisena olevan näyttötilan mukaan. Oikean napin löytäminen voi olla hankalaa traktorin heiluessa, jolloin kuljettajan huomio siirtyy pois itse työkoneen ohjaamisesta. Lisäohjaimella koneen hallinta helpottuu. Lisäohjaimen toiminnot ja ulkoasu riippuvat laitteen valmistajasta, lisäohjain voidaan valmistaa tietyn työkoneen käyttöä silmäläpäitään. Ohjaimen voi asentaa joystickin, vipukytкимиä, katkaisijoita, potentiometrejä ja niin edelleen. Koneen hallinta helpottuu, kun käytössä on esimerkiksi joys-

tick painonappien sijaan. Kuljettaja voi keskittyä ajamiseen, kun ohjaimen toiminnot ovat katsomatta selviä. (Oksanen 2009.)



Kuvio 3. Esimerkki lisäohjaimesta. (Oksanen 2009.)

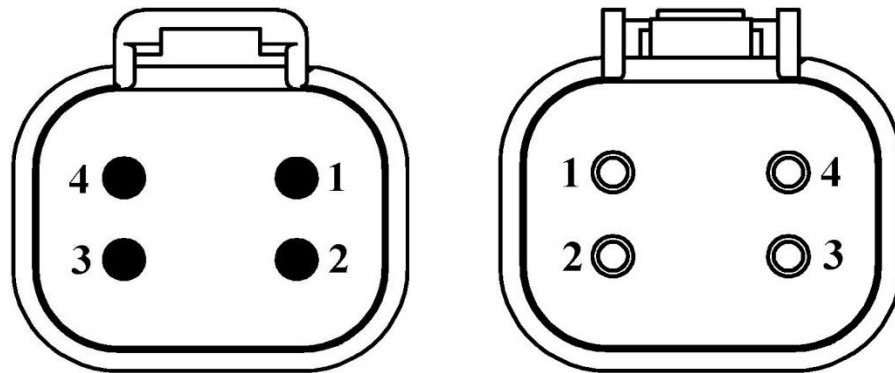
Työkoneen ohjausyksikkö (Implement ECU) lähettää työkonekohtaista informaatiota väylälle, vastaanottaa traktorilta tulevia tietoja ja käskyjä sekä suorittaa niiden mukaiset ohjaustoimenpiteet. Kytettäessä työkone Isobus-järjestelmään työkoneen oma käyttöliittymä latautuu virtuaaliterminaaliin työkoneen ohjausyksiköltä. (Visala 2005.)

Järjestelmään kuuluu neljä standardisoitua liitintä. VT-liitintä (Optional in cab connector) (kuvio 4) käytetään terminaalin liittämiseen järjestelmään. Liitin sijaitsee traktorin ohjaamossa riippuen valmistajasta. (Kaarlonen 2006.)



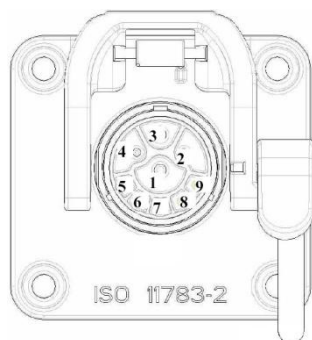
Kuvio 4. VT-liitin. (Kaarlonen 2006.)

Bus extension -liitintä (kuvio 5) käytetään erilaisten lisälaitteiden, kuten esimerkiksi GPS-paikantimen liittämiseksi järjestelmään. (Kaarlonen 2006.)



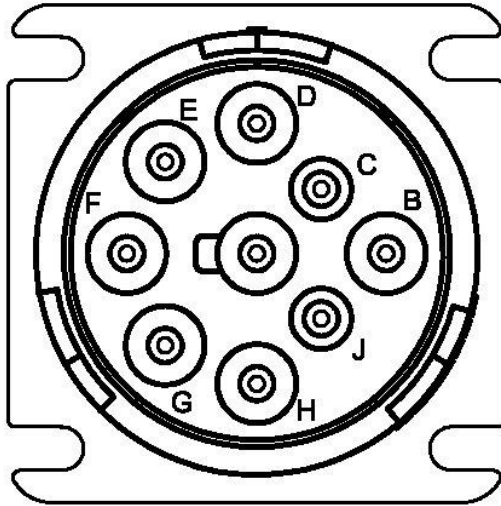
Kuvio 5. Bus extension -liitin. (Kaarlonen 2006.)

IBBC-liitintä (Implement bus breakaway connector) (kuvio 6) käytetään työkoneen järjestelmään kytkemiseen. Liitin sijaitsee traktorin takana. Myös traktorin etupäähän voidaan sijoittaa liitin, jos traktorin eteen halutaan kytkeä Isobus-yhteensopiva työkone. (Kaarlonen 2006.)



Kuvio 6. IBBC-liitin. (Kaarlonen 2006.)

Neljäs järjestelmään kuuluva liitin on diagnostiikkaliitin (kuvio 7). Tätä liitintä käytetään Isobus-järjestelmän vianetsintään. Myös traktorin sisäinen väylä saattaa olla kytkettynä samaan liittimeen, jolloin myös traktorin sisäinen vianetsintä ja päivitys voidaan suorittaa saman liittimen kautta. (Kaarlonen 2006.)



Kuvio 7. Diagnostiikkaliitin. (Kaarlonen 2006.)

2.4 Järjestelmän Isobus-yhteensopivuuden testaus

Valmistaja voi markkinoida tuotettaan Isobus-yhteensopivana ainoastaan silloin, kun se on virallisesti testattu ja hyväksytty yhteensopivaksi (kuvio 8). Järjestelmien virallinen testaaminen on mahdollista Saksassa, jossa testaavana tahona toimii DLG. Ennen virallista testaamista yhteensopivuutta voi testata epävirallisilla ”plugfesteillä”. Tämä tarkoittaa sitä, että työkonevalmistajat kokoontuvat samaan paikkaan, jossa on mahdollista kytkeä eri valmistajien laitteita ristiin. Näin selviää käytännössä, sopivatko laitteet yhteen. Tapahtumaan on mahdollista viedä kokonaisia työkoneita tai ainoastaan Isobus-järjestelmään kuuluvat komponentit. Plugfest-tapahtumia järjestetään yleensä kerran vuodessa elo-syyskuun aikana Saksassa. (Oksanen 2009.)



Kuvio 8. Isobus-yhteensopivuuden leima. (VDMA 2009.)

2.5 Suomalaiset Isobus-hankkeet

2.5.1 Agrix ja Farmix

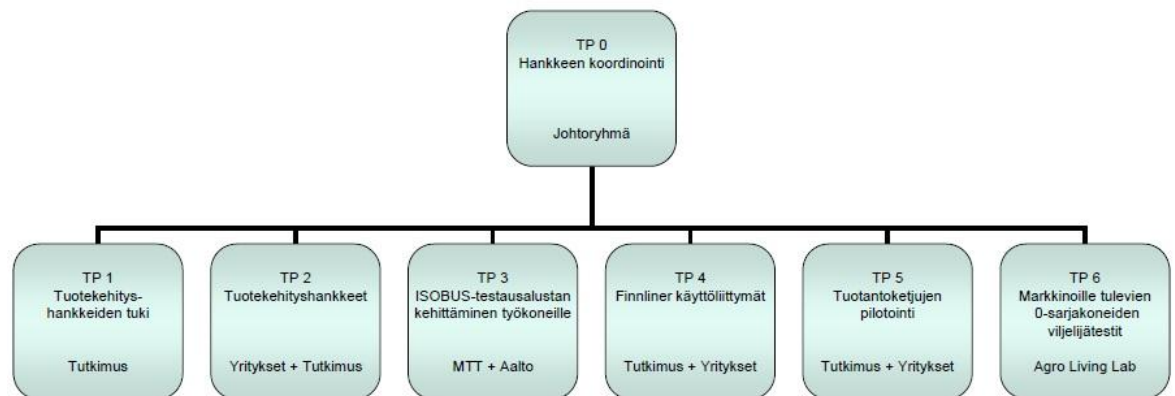
Entinen TKK, nykyinen Aalto-yliopisto, toteutti Agrix-hankkeen vuosina 2003–2005. Hankkeen tavoitteena oli kehittää paikkatietoa hyödyntävä automaatiojärjestelmä täsmäviljelyyn. Projektin aikana kehitettiin mm. Junkkarin ja Tume-agrin valmistamiin työkoneisiin Isobus-järjestelmää hyödyntäviä automaatiosovelluksia ja samalla rakennettiin protoryypit Isobus-terminaalista ja lisäohjaimesta. (Visala 2005.)

Agrixia seurasi Farmix, joka toteutettiin vuosina 2006–2008. Farmix jatkoi saman asian käsittelyä, jossa toteutettiin lisää älykkäitä sovelluksia maatalouskoneisiin. Toisena painopisteenä oli parantaa työkoneiden hallittavuutta maatalouden ulkopuolisessa urakointikäytössä. Hankkeissa oli mukana mm. Aalto-yliopisto, MTT, Helsingin yliopiston agroteknologian laitos, Työtehoseura sekä useita maatalousalan yrityksiä kuten Valtra, Kemira GrowHow Oy ja Junkkari Oy. (Visala 2005.)

2.5.2 Finnliner

Finnliner on Teknologiateollisuus Ry:n maatalouskoneet-toimialaryhmän aloittama hanke. Hankkeen tarkoitus on suomalaisen maatalouskoneklusterin kilpailukyyn kehittäminen. Hanke on hyvin laaja-alainen käsittäen suunnitelmia maatilan tuo-

tannonohjausjärjestelmän kehittämiseksi. Isobus-järjestelmän kannalta hankkeen tekee mielenkiintoiseksi ”viljelyä toteuttava teknologia”-osa, jonka rakenteeseen kuuluu kuusi erilaista työpakettia. Sen tavoitteena on kehittää kotimaisten maatalouskonevalmistajien tuotteet tietoväyliltään yhteensopiviksi, tukea suomalaisen maatalouskoneteollisuuden kehitystä ja parantaa kotimaista ja kansainvälistä kilpailukykyä. Seuraavasta kuviosta selviää osahankkeen rakenne ja sisältö. (Karhu 2010.)



Kuvio 9. Viljelyä toteuttava teknologia -osahankkeen rakenne. (Karhu 2010.)

Osahankkeen toimintaa ohjaa 4–5 kertaa vuodessa kokoontuva johtoryhmä, joka koostuu teollisuuden, tutkimuslaitosten, rahoittajien ja yritysten edustajista. Tutkimuslaitokset tukevat tuotekehitystä, kokoavat tietoa ja välittävät sitä eri projektien välillä. Yritysvetoisissa hankkeissa kehitetään jo olemassa oleviin työkoneisiin Isobus-järjestelmä. Kehityksessä apuna toimivat kotimaiset alan tutkimuslaitokset ja hankkeissa pyritään käyttämään TEKES:in rahoitusinstrumentteja. Suunnitteilla on myös Isobus-tuotekehityksen tukipalvelu, johon kuuluu yhteensopivuuden testaamiseen tarvittavat laitteistot ja henkilö, joka tuntee ISO 11783 -standardin ja osaa tarvittaessa tulkita sitä. Mahdollisuuksien mukaan pyritään järjestämään testaus-tarkoitukseen Isobus-traktori ja virtuaaliterminaali. Näin laitteiston testaaminen olisi mahdollista kotimaassa jo protovaiheessa. Finnlinerin käyttöösi osiossa pyritään kehittämään kotimainen käyttöösi Isobus-järjestelmään, jonka tavoitteena suomalaisten valmistajien yhteinen pohja terminaalille. MTT:n Vakolaan pyritään järjestämään testiympäristö, jossa on mahdollista kokeilla uusia automatisoituja

koneita käytännössä. Kun kone on läpäissyt Isobus-testin, 0-sarjan koneita on mahdollista testata Seinäjoen Agro Living Lab -palvelun avulla, jossa käyttäjät pääsevät tutustumaan koneen toimintaan ja antamaan siitä palautetta. (Karhu 2010.)

Tuotekehityshankkeet on tarkoitus toteuttaa vuosina 2010–2015. Eri yritysten tuotekehityshankkeet on tarkoitus toteuttaa yhteisellä aikataulustrategialla. Finnliner-hankkeeseen kuuluu myös liiketoimintasuunnitelman määrittelyosuus, jossa keskitytään markkinoiden toimimiseen ja verkostoitumiseen. Hankkeessa mukana ovat MTT, työtehoseura, Helsingin yliopisto, Aalto-yliopisto, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Seinäjoen teknologiakeskus ja monia suomalaisia maatalouskonevalmistajia. (Karhu 2010.)

2.6 Isobus-järjestelmien toimittajat

2.6.1 Wapice oy

Wapice oy on yksityinen informaatioteknologian palveluyritys. Se on perustettu Vaasassa vuonna 1999 ja nykyään toimipaikkoja on Tampereella, Oulussa, Hyvinkäällä ja Seinäjoella. Työntekijöitä on yhteensä 140 henkilöä. Yritykseltä voi ostaa alan tuotteita ja palveluita aina konsultoinnista ”avaimet käteen” -periaatteella tehtyyn valmiisiin tuotteisiin. (Wapice 2010.)

2.6.2 Epec

Epec on alun perin seinäjokelainen koneenohjausteknologiaan keskittynyt yritys. Nykyään Epec on Ponsse Oyj:n itsenäinen tytäryhtiö ja se omistaa Ponssen tietojärjestelmäyksikön. Epec valmistaa koneenohjausjärjestelmiä, liikkuvien työkoneiden informaatiojärjestelmiä ja niihin liittyviä toimistosovelluksia. Epecin asiakkaina ovat mm. Ponsse, Sandvik Mining And Construction, Pellonpaja, Terästäkomo ja Normet. (Epec 2010.)

2.6.3 Müller-Elektronik GmbH

Müller-Elektronik GmbH on saksalainen yritys, joka kehittää, valmistaa ja myy elektroniikkaratkaisuja pääasiassa maatalouskoneisiin. Yritys valmistaa Isobus-järjestelmiä mm. puimureihin, myrkkynuiskuihin ja traktoreihin. Müllerillä on myös oma DLG:n hyväksymä Isobus-terminaali. (Müller-Elektronik GmbH 2010.)

2.6.4 Bitcomp

Bitcomp Oy on ohjelmistotuotantoon ja ICT-konsultointiin erikoistunut yritys. Se toteuttaa ohjelmistoprojekteja ja verkkopalveluja yhteistyössä laajan partneriverkon kanssa. Erityisosaamisena ovat luonnonvara-alan tietojärjestelmien kehitystyö, liikkuvan työn hallinnan järjestelmät sekä paikkatietoon pohjautuvat mobiili- ja verkkopalvelut. Osaamista on myös taloushallinnon tietojärjestelmistä, tietopankeista sekä julkishallinnon tietojärjestelmistä. (Bitcomp 2010.)

Bitcomp on toteuttanut paljon järjestelmiä erityisesti maa- ja metsätaloussektorille, mutta myös uudet liikkuvan työn ratkaisut soveltuvat esimerkiksi kiinteistöhuollon ja kuljetusalan tarpeisiin. (Bitcomp 2010.)

2.6.5 Parker

Parker Hannifin on maailman johtava, monenlaisten hydraulikka-, pneumatiikka- ja automaatioteknologian tuotteiden ja järjestelmien valmistaja, joka tarjoaa systemaattiset, tarkat ratkaisut kaupallisiin tarpeisiin sekä liikenteen, teollisuuden ja ilmailun tarpeisiin. (Parker 2010.)

3 ISOBUS TRAKTORISSA

3.1 Yleistä

Nykyaikaisista traktoreista on mahdollista kerätä erilaisia anturitietoja. Näitä tietoja voidaan hyödyntää myös Isobus-järjestelmässä. Traktorin tiedonsiirron pohjautuessa väylätekniikkaan, Isobus-järjestelmä poimii traktorin CAN-väylältä tarvitsemansa anturitiedot käyttöönsä. Ilman väylätekniikkaa olevissa traktoreissa Isobus-järjestelmä kerää tarvitsemansa tiedot joko alkuperäisten tai jälkiasennettavien antureiden avulla. Traktoreista saatavat anturitiedot saattavat vaihdella eri valmistajien välillä. Yleisimmät tiedot ovat traktorin ajonopeus, moottorin pyörimisnopeus, voimanulosoton pyörimisnopeus ja kytkentä sekä takanostolaitteen asento. (Kaarlonen 2006.)

3.2 Tiedonsiirto ja sen tarve traktorin ja työkoneen välillä

Traktori on aina kytkettynä fyysisesti siinä käytettävään työkoneeseen joko vetopisteen tai kolmipistenostolaitteen kautta. Työkoneelle myös välitetään tarvittaessa voimaa hydrauliiikan tai voimanoton kautta. Viime vuosikymmenellä tapahtunut traktorien ja työkoneiden voimakas kehitys on pakottanut myös sähköisen yhteyden luomisen traktorin ja työkoneen välille. (Aisla 2002b.)

Elektroniikka tarjoaa työkoneille tarkemmat säätömahdollisuudet sekä toimintojen automatisoinnin hydrauliiikkaan ja mekaaniseen voimavälitykseen verrattaessa. Tarkalla säädettävyydellä ja automaattisilla toiminnoilla päästään tehokkaampaan työskentelyyn ja ne tarjoavat mahdollisuuden myös ympäristön huomioimiseen. (Aisla 2002b.)

Tiedonsiirron tarve ja määrä riippuu usein siitä mitä traktori-työkone-yhdistelmällä tehdään ja mitä ominaisuuksia käyttäjä vaatii yhdistelmältä. Jos käyttäjälle riittävät normaalit perustoiminnot, jää tiedonsiirron tarve hyvin vähälle. Jos taas traktori-

työkone-yhdistelmään halutaan lisätä erikoisominaisuuksia esimerkiksi automaattisia säätöjä, vaaditaan hyvin kattavaa jopa kahteen suuntaan tapahtuvaa tiedonsiirtoa ja ohjausta. (Aisla 2002b.)

Kaksisuuntaisessa tiedon ja ohjauskomentojen siirrossa työkone voi antaa traktorille komentoja esimerkiksi työhydrauliikalle, nostolaitteelle ja voimanulosotolle. Tällöin traktori hoitaa sekä kuljettajan että työkoneen antamat käskyt tärkeysjärjestyksessä ja välittää tarvittavat tiedot työkoneen ohjauslaitteelle. Tällainen kahteen suuntaa toimiva tiedonsiirto ja ohjauskomentojen välitys on käytännön osalta mahdollista toteuttaa Isobus Class 3 -luokan traktorin ja työkoneen välillä. Järjestelmässä on kuitenkin aukkoja työturvallisuuteen liittyen, eikä sitä ole saatu vielä tuotantoon asti. (Aisla 2002b.)

3.3 Traktorien ryhmäjako

Traktorit on jaettu kolmeen luokkaan, riippuen niiden ohjainlaitteelta saatavien tietojen määrästä. Luokkajako on määritelty ISO 11783 -standardin yhdeksännessä osassa. Luokituksen merkitsemistapa on seuraava: Class 1, Class 2 tai Class 3. Luokituksen perään voidaan lisätä kirjaimet N ja/tai F. Kirjain F kertoo järjestelmän tukevan etunostolaitteeseen kytkettyä työkoneita ja N kertoo navigointilaitteen tuesta. Ylempään luokkaan kuuluvat kaikki alemman luokan tiedot. Esimerkiksi luokan kaksi työkone toimii luokkien kaksi ja kolme traktoreissa, mutta ei luokan yksi traktoreissa. (Aisla 2002a.)

Ryhmän 1 traktorin ECU asettaa perustiedot saataville. Nämä traktorit ovat pääasiassa niitä, joihin Isobus-järjestelmä asennetaan jälkikäteen. Class 1 -traktorit välittävät seuraavia tietoja väylälle:

- Käyttövirran hallinta
 - virtalukon tila
 - käyttövirran riittävyys
 - käyttövirran ylläpito
- Nopeustiedot
 - pyöristä mitattu ajonopeus

- maasta mitattu ajonopeus
 - moottorin pyörimisnopeus
- Nostolaitetiedot
 - korkeus
 - käyttö
- Voimanulosotto
 - pyörimisnopeus
 - kytkentä (päällä/pois)
- Valotiedot
 - suuntavilkut
 - äärivalot
 - jarruvalot
 - työvalot
- kielikohtaiset parametrit
 - kieli
 - käytettävät mittayksiköt
- Tunniste- ja versiotiedot

(Aisla 2002a.)

Ryhmän 2 traktorien ECU siirtää enemmän tietoa, jolloin työkonne pystyy mukautumaan paremmin työtilanteeseen. Ryhmän yksi tietojen lisäksi Class 2 traktori välittää seuraavat tiedot:

- Kellonaika
- Päivämäärä
- Etenemistiedot
 - maasta mitattu ajomatka
 - maasta mitattu ajosuunta
 - pyöristä mitattu ajomatka
 - pyöristä mitattu ajosuunta
- Nostolaitteen vetovastustieto
- Kaikki valot
- Mitattu tai arvioitu ulkoisen hydrauliiikan venttiilien tila (CAN-venttiilit)

(Aisla 2002a.)

Ryhmän kolme traktori sallii työkoneen lähettää käskyjä traktorin ECU:lle. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työkone voi ohjata traktorin toimintaa. Luokkien yksi ja kaksi tietojen lisäksi Class 3 -traktoriin kuuluu seuraava informaatio:

- Nostolaitetekäskyt
 - nostolaitteen korkeus
 - eri moodit
- Voimanulosoton käskyt
 - pyörimisnopeuden asetus
 - kytkentä (päälle/pois)
- Ulkopuolisen hydrauliiikan käskyt
 - venttiilin asento
 - virtaus

(Aisla 2002a.)

Lisäluokkaan N kuuluvat traktorit tukevat GPS tai DGPS -laitteen lähettämiä tietoja, eli siis työkoneen paikannustiedot. Esimerkiksi luokan kaksi traktori, joka tukee navigaatiotietoa merkitään Class 2N. Lisäluokkaan F kuuluvat traktorit tukevat etutyökoneen ja traktorin välistä viestintää. Täten esimerkiksi luokan kolme traktori, joka tukee etutyökoneiden käyttöä merkitään Class 3F. Etutyökoneen tukeminen vaatii seuraavan informaation:

- Etunostolaitteen tiedot
 - korkeus
 - korkeuskäsky
- Etuvoimanoton tiedot
 - pyörimisnopeus
 - kytkentä
 - pyörimisnopeuskäsky
 - kytkentäkäsky
- Etunostolaitteen vetovastus

(Aisla 2002a.)

3.4 Saatavuus merkeittäin

3.4.1 Case IH

Case IH:lta on saatavissa Isobus-yhteensopivia traktoreita. Järjestelmän voi hankkia Magnum, Puma ja Puma CVX -mallisarjojen traktoreihin. Järjestelmän hallintaterminaalin saa joko oikeanpuoleiseen käsinojaan integroituna tai B-pilarissa sijaitsevaan erilliseen monitoripidikkeeseen kiinnitettynä. Casen hallintaterminaalit ovat nimeltään AFS 300, AFS 600 ja AFS 600 Pro (kuvio 9). (Case IH 2010.)



Kuvio 10. Case AFS 600 Pro. (Case IH 2010.)

3.4.2 Fendt

Fendtiltä saa Isobus-järjestelmän usean eri mallisarjan tuotteisiin; 400 Vario, 700 Vario, 800 Vario, 820 Vario Greentec ja 900 Vario -sarjojen traktoreihin. Järjestelmän hallintaterminaali on nimeltään Fendt Vario ohjauskonsoli (kuvio 10). (Fendt 2010.)



Kuvio 11. Fendt Vario -terminaali. (Fendt 2010.)

3.4.3 John Deere

John Deeren Isobus-yhteensopivat traktorit ovat 6030 Premium, 7030, 7030 Premium ja 8R -mallisarjan traktorit. Terminaali on varustettu näppäimillä tai kosketusnäytöllä. Terminaalien nimet ovat Green Star 1800, 2100 ja 2600 (kuvio 11). Maailman ensimmäinen Isobus-hyväksytty terminaali on John Deeren valmistama. (John Deere 2010.)

Yleisesti John Deeren valmistamissa Isobus-työkoneissa on ollut joitain yhteensopivuusongelmia muiden valmistajien laitteiden kanssa.



Kuvio 12. John Deere Greenstar 2600. (John Deere 2010.)

3.4.4 Massey Ferguson

Massey Fergusonilta Isobus-järjestelmän saa 6400, 7400 ja 8600 -sarjan traktoreihin. Virtuaaliterminaali on nimeltään Datatronic 3, 8600 -sarjan traktoreissa Datatronic 4 (kuvio 12). Terminaalissa erikoista muihin verrattuna on SD-muistikorttipaikka, jonka avulla esimerkiksi lohkokohtaisia tietoja pystyy siirtämään terminaalilta tietokoneeseen ja päinvastoin. (Konekesko 2010.)



Kuvio 13. Massey Ferguson Datatronic 4. (Konekesko 2010.)

3.4.5 New Holland

New Holland valmistaa Isobus-yhteensopivia traktoreita. Järjestelmän saa T8000, T7000 Auto Command, T7000 ja T6000 -mallisarjojen traktoreihin. T7000 Auto Command -sarjassa Isobus on vakiovarusteena. Järjestelmän hallintaterminaalina toimii oikeaan käsinojaan integroitu kosketusnäyttö. Hallintaterminaali on nimeltään Intelliview I, II tai III (kuvio 13), riippuen traktorimallista. (New Holland 2010.)



Kuvio 14. New Holland Intelliview III. (New Holland 2009.)

3.4.6 Valtra

Valtralta on saatavissa Isobus-yhteensopivia traktoreita Järjestelmän voi ostaa lisävarusteena S- ja T- sarjan traktoreihin, sekä N- sarjan Advance, Versu ja Direct -malleihin. Järjestelmään kuuluu tarvittavat johdotukset, liittimet sekä erillinen terminaali (kuvio 14), joka kiinnitetään ohjaamoon. Lisävarusteena on saatavissa myös liitäntä etunostolaitteeseen kytkettävää työkonetta varten. (Valtra 2005.)



Kuvio 15. Valtran Isobus-terminaali. (Valtra 2005.)

4 ISOBUS TYÖKONEESSA

4.1 Yleistä

Isobus-järjestelmän käyttö työkoneessa mahdollistaa yhä laajemman toimintojen automatisoinnin. Työvaiheiden tiedonkeruuta on mahdollista lisätä ja työn dokumentointi helpottuu. Työn pystytään suorittamaan entistä tarkemmin ja nopeammin. (Aisla 2002b.)

Pitkälle viety toimintojen automatisointi luo myös useita työturvallisuusriskejä. Kuljettaja pystyy työskennellessään ottamaan huomioon ulkoiset tekijät, kuten työskentelyalueella oleskelevat ihmiset. Näitä ei traktorin ohjainlaite pysty ottamaan huomioon. Työkoneen ei tulisi käynnistyä itsestään, vaan ainoastaan kuljettajan käskystä. Kuljettajan pitää pystyä pysäyttämään kone minä hetkenä tahansa riippumatta työvaiheesta. Kun kuljettaja pysäyttää koneen, niin mikään sen osa ei saa laskea alas tai irrota siten, että koneen läheisyyteen muodostuu puristumisvaara. Kuljettajan käskyt on aina oltava korkeimmin priorisoitu, koneen käskyt pitää pystyä ohittamaan niin vaadittaessa. (Aisla 2002b.)

4.2 Nykyhetken sovellukset

4.2.1 Kylvö- ja maanmuokkauskoneet

Kylvö- ja maanmuokkauskoneet ovat olennainen osa maataloudessa käytettävistä peruskoneista. Näiden koneiden jatkuva kehitys ja tehokkuuden kasvu on johtanut aivan uudenhallisiin innovaatioihin ja automatiikan lisääntymiseen. Toisaalta jatkuva kilpailu pakottaa pitämään kustannukset alhaisena ja laadun korkeatasoisena. (Aisla 2002b.)

Automatiikka luo hyvät mahdollisuudet tehokkuuden kasvulle ja kustannusten kurissa pitämiseksi. Automatisoitua konetta voidaan säädellä kulloistenkin olosuhteiden mukaan traktorin ohjaamosta, jolloin säästyy aikaa ja työ tehostuu. Automatisointi mahdollistaa myös tarkemman työsuorituksen; esimerkiksi kylvökoneissa voidaan optimoida lannoitteen ja siementen määrä kylvettävän kohteen mukaan. Tämä tuo säästöjä kylvettäessä suuria hehtaarimääriä. (Aisla 2002b.)

Isobus-järjestelmän avulla pystytään toteuttamaan sekä automatiikka että hoitamaan koneen muut tarvittavat toiminnot samalla ohjaimella. Tällöin koneen käyttö on yksinkertaisempaa kuin käytettäessä koneen erillisen ohjaimen lisäksi traktorin omia hallintalaitteita, kuten hydraulikkaventtiilien ohjausta. (Aisla 2002b.)

Markkinoilla olevat sovellukset kylvö- ja maanmuokkauskoneiden Isobus-järjestelmistä keskittyvät pääosin kylvölannoittimiin. Näissä koneissa automatiikka liittyy lannoitteen ja siementen levitysmääriin, mahdollisen paikannustiedon avulla, jolloin kyseinen peltolohko saa esimerkiksi viljavuustutkimuksen perusteella oikeat lannoite ja siemen määrät. Järjestelmä pystyy myös laskemaan kylvetyt pinta-alamäärät. Kylvölannoitin pystyy myös jättämään ruiskutuksessa tarvittavat ajourat kylvämättä annettujen asetusten perusteella. (Aisla 2002b.)

Varsinaisten maanmuokkauskoneiden osalta Isobus-sovelluksia ei juurikaan ole vielä markkinoilla tarjolla. Yksinkertaisissa muokkauskoneissa ei oikeastaan ole tarvetta sähköiselle viestinnälle traktorin ja työkonen välillä. Mikäli kuitenkin halutaan nostaa työkonien tehokkuutta ja helppokäyttöisyyttä, niin viestinnän tarve kasvaa. (Aisla 2002b.)

Monilla maatalouskonevalmistajilla on kuitenkin ideointia ja kehitystä käynnissä kyseisten sovellusten osalta. Esimerkiksi Pöttinger on ideoinut kyntöauran viilunleveyden, sivuttaissiirron, kääntölaitteen, laukaisupaineen ja työsyvyyden asentojen mittauksen ja säädön Isobus-terminaalin avulla. Tällaisessa järjestelmässä on myös mahdollista tallentaa eri olosuhteisiin säädetyt arvot, jolloin aura voidaan säätää pikavalinnoiden avulla kesken työn olosuhteiden muuttuessa. Myös suomalainen maanmuokkauskoneita valmistava Potila on kehittänyt vastaavaa järjes-

telmää äkeisiin, jossa konetta voidaan säätää erilaisten anturi- ja asematietojen perusteella. (Aisla 2002b.)

4.2.2 Pintalevityskoneet

Toinen tärkeä ryhmä maatalouden peruskoneista muodostuu erilaisista aineiden levitykseen käytettävistä laitteista. Näitä ovat esimerkiksi lannoitteen-, lannan- ja kalkinlevityskoneet sekä kasvinsuojeluruiskut. Pintalevityskoneille ominaista on levitettyjen aineiden tarkat määrät, sillä virheelliset levitysmäärät saattavat tuhota koko sadon. Tästä johtuen on tärkeää, että työkone ja traktori pystyvät vaihtamaan tietoja keskenään. Lisäämällä työkoneen ohjausjärjestelmään paikannustieto, voidaan levitysmäärät säätää etukäteen haluttuun ainemäärään pinta-alaa kohden, jolloin työkone säätyy ajonopeuden ja paikannustiedon perusteella. (Aisla 2002b.)

Kasvinsuojeluruiskuvalmistajista Hardi on kehittänyt paikannustietoon perustuvan järjestelmän, jossa jokaista ruiskun suutinta voidaan ohjata erikseen ja siten välttää saman kohdan päällekkäisruiskutusta esimerkiksi päisteissä käännyttyessä. Järjestelmän toteutus on jonkin verran kalliimpi, mutta isoilla pinta-aloilla se säästää ruiskutettavaa ainetta ja parantaa sadon laatua. (Hardi 2010.)

Pintalevittimistä lautaslevittimissä ja ruiskuissa on tällä hetkellä saatavissa koneita Isobus-ohjauksella, mutta ei kuitenkaan suomalaisilta valmistajilta. (Aisla 2002b.)

4.2.3 Nurmityökoneet

Nurmityökoneisiin sisältyy pääosin rehun käsittelyyn ja korjuuseen käytettävät työkoneet. Nämä koneet eivät sisällä läheskään niin paljon elektroniikkaa tai automaatiikkaa kuin pintalevityskoneet. Isobus-järjestelmä on kuitenkin yleistynyt voimakkaasti juuri nurmityökoneiden osalta. Nurmityökoneissa järjestelmän yleistymiseen on osaltaan saattanut vaikuttaa se, että niitä käytetään useasti samoilla traktoreilla kuin pintalevityskoneita. Tämän seurauksesta traktoreissa jo oleva Isobus-

järjestelmä luo käyttömukavuutta myös koneisiin, joissa se ei olisi välttämätön. (Aisla 2002b.)

Esimerkiksi isoimmissa paalaimissa ja noukinvaunuissa on käytössä Isobus-ohjaus jo yleisesti. Isobus-terminaalilla ohjataan noukinpään asentoa ja vaunun sekä paalaimen tyhjennystä. Järjestelmän tarjoamaa automatiikka hyödynnetään esimerkiksi säilörehun korjuussa säilöntäaineen määrän säätöön. (Aisla 2002b.)

4.3 Isobus-yhteensopivien työkoneiden valmistajat

4.3.1 Amazone

Amazonen valmistavat lautaslevittimet ZA-M ja ZA-M ultra sekä ZG-B ovat saatavilla Isobus-ohjauksella. Amazone, Krone, Lemken, Rauch ja Grimme ovat kehittäneet Isobus-järjestelmää yhteistyönä. Valmistajien tarjoama virtuaaliterminaali on peräisin samalta valmistajalta ja eroavat käytännössä vain paneelin sijoittelun ja värin osalta. Tämä tuote sai vuoden 2009 Agritechnica-näyttelyssä kultamitalin. (Amazone 2010.)

4.3.2 Claas

Claasilta on saatavissa Isobus-yhteensopivia noukinvaunuja ja paalaimia. Claas Quantum 4700, 5800 ja 6800 sarjan noukinvaunut toimitetaan Isobus-yhteensopivina ja Claas Communicator ohjaimella. Paalaimista Isobus-yhteensopivuus löytyy Rollant 355 RC Comfort ja Quadrant 3200 -paalaimista sekä Rollant 355 RC Uniwrap-paalainkäärin -yhdistelmästä. (K-maatalous 2010.)

4.3.3 Grimme

Grimme on keskittynyt valmistamaan perunan viljelyyn ja korjuuseen tarkoitettuja työkoneita. Suomessa myytäviin Grimme SE 150/170–60 2-rivisiin perunannostokoneisiin on saatavilla valinnaisvarusteena Isobus-ohjaus. Myös perunanistutus-koneeseen GL 34 T ja nosto-kuormauskoneisiin GT 170 ja GT 300 on saatavilla Isobus-yhteensopivana, mutta näitä koneita ei myydä Suomessa. (Grimme 2010a.) (Grimme 2010b.) (Grimme 2010c.) (Grimme 2010d.)

4.3.4 Hardi

Hardi on suurimpia ainoastaan kasvinsuojeluruiskujen valmistukseen keskittynyt yritys. Hardilla on tarjolla hinattaviin Commander-sarjan kasvinsuojeluruiskuun Isobus-järjestelmä ohjainlaitteineen. (Hardi 2010.)

4.3.5 Kverneland

Kverneland on lähes ainoa pelkästään työkoneita valmistava yritys, jolla on täysin itsenäinen Isobus-järjestelmä. Noukinvaunuista 10055R on varustettu täysin Isobus-yhteensopivalla ohjauksella ja Focus-ohjausterminalilla. (Agritek 2010.)

Lautaslevittimistä Exacta TL on varustettu Isobus-yhteensopivalla ohjausjärjestelmällä. Käytettäessä traktoria, joka ei ole Isobus-yhteensopiva, levitintä voidaan käyttää joko Focus II -ohjausyksiköllä ja traktorin virransyöttösarjalla tai Tellus-ohjausyksiköllä ja traktorin ECU:lla. (Agritek 2010.)

MSC+ -suorakylvölannoittimet ovat tehty Isobus-yhteensopiviksi ja ne toimitetaan Focus-hallintaterminalilla. Lisävarusteena on saatavilla myös Tellus Isobus-terminaali. (Agritek 2010.)

4.3.6 Krone

Krone on nurmityö- ja rehunkorjuukoneiden valmistukseen erikoistunut yhtiö. Kronen AX ja MX -sarjan noukinvaunut sekä Comprima CV ja CF -sarjan paalaimet ja paalainkäärimet ovat saatavissa Isobus-yhteensopivina ja valinnaisvarusteena on valittavissa myös Isobus-terminaali. (Krone 2010.)

4.3.7 Junkkari

Junkkarilla Isobus-sovellus on tarjolla lisävarusteena Maestro Plus 3000 ja 4000 -mallin kylvölannoittimiin. Kehitteillä on myös järjestelmän soveltaminen kasvin-suojeluruiskujen ohjaukseen. Junkkari ostaa Isobus-järjestelmän alihankintana, monen pienemmän valmistajan tavoin. Junkkari on tietävästi ainoa suomalainen työkonevalmistaja, jolla on tarjota markkinoille Isobus-järjestelmää käyttäviä työkoneita. (Junkkari 2010.)

4.3.8 Pöttinger

Pöttinger on melko suuri työkonevalmistaja, joka valmistaa monen tyyppisiä maataloudessa käytettäviä koneita. Yrityksen päätuotekategorioita ovat maanmuokauskoneet ja nurmityökoneet. Jumbo- ja Torro-sarjan noukinvaunut ovat Isobus-yhteensopivia ja niihin on saatavissa joystick-tyyppinen lisäohjain. Terrasem kylvökone, Servo kyntöaurat, TOP 1252 C -karhotin sekä Novacat ja Novadisc -niittomurskain-yhdistelmäkoneet ovat myös Isobus-yhteensopivia. (Pöttinger 2010a.) (Pöttinger 2010b.) (Pöttinger 2010c.)

5 ISOBUS FARM FORESTIN TUOTTEISSA

5.1 Isobus metsätyökoneessa

Isobus-järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden toimintojen automatisointiin myös metsätyökoneissa. Tähänastiset sovellukset ovat keskittyneet ainoastaan maatalouspuoleen ja maatalouskoneisiin, eikä metsätyökoneiden osalta ole markkinoilla tarjolla Isobus-sovelluksia.

Miettiessämme mihin Farmi Forest Oy:n valmistamiin metsätyökoneisiin Isobus-järjestelmää kannattaisi soveltaa, päädyimme hakkuriin, juontolaitteeseen, puutavarakuormaimeen ja metsäperävaunuun. Automatisoinnin avulla on saavutettavissa aika- ja polttoainesäästöjä sekä voidaan parantaa kuljettajan ergonomiaa.

5.2 Hakkuri

Hakkurissa olevia käytön aikana säädettäviä toimintoja olisi mahdollista ohjata virtuaaliterminaalilla, jolloin osa toiminnoista voitaisiin myös automatisoida, mikä nostaa käytettävyyden aivan uudelle tasolle. Nämä toiminnot keskittyvät lähinnä hakkeen poistotorven ja rullasyöttölaitteen ohjaukseen. Toisaalta hakkurista on saatavissa monia anturitietoja, joiden avulla olisi mahdollista mitata ja kerätä käytön seuranta, raportointia, huoltoa ja vikadiagnostiikkaa varten.

Isobus-järjestelmä soveltuisi melko hyvin hakkurikäyttöön. Järjestelmän kautta olisi mahdollista ohjata esimerkiksi poistotorven asentoa ja syöttörullien tilaa. Varsinainen syötön ohjaus olisi ehkä käytettävyyden vuoksi syytä tapahtua jalkapolkimen välityksellä, joka olisi kuitenkin mahdollista liittää Isobus-järjestelmään lisäohjaimena.

Isobus tarjoaisi myös mahdollisuuden monipuoliseen säädettävyyteen, esimerkiksi syöttörullien nopeuden ja hakkurin pyörimisnopeuden suhteen osalta ja mahdollis-

taa eri säätöarvojen tallentamisen. Tallennettuja säätöarvoja olisi mahdollista käyttää tilanteen vaatiessa uudelleen pikavalinnan avulla, mikä nopeuttaisi sopeutumista erilaisiin olosuhteisiin ja käyttäjiin.

Tiedonkeruujärjestelmän avulla voisi kerätä sekä reaaliaikaista tietoa että tallennettavia anturiarvoja esimerkiksi vikadiagnostiikkaa varten. Reaaliaikaista tietoa olisi mahdollista esittää virtuaaliterminaalin näytöllä hakkurin käytön aikana ja käyttäjällä olisi mahdollisuus valita mitä tietoja haluaa seurata.

Tällaisia anturitietoja voisivat olla esimerkiksi:

- hakkurin pyörimisnopeus
- traktorin moottorin ja voimanoton pyörimisnopeudet
- hakkurin hydraulikan lämpö- ja painetiedot
- syöttörullien pyörimisnopeus.

Samalla järjestelmällä olisi mahdollista seurata hakkurin käyttötunteja, jonka pohjalta toimisi myös hakkurin huoltoväli-ilmaisin.

5.3 Juontolaite

Juontolaite on tekniikaltaan hyvin yksinkertainen laite, mikä mahdollistaisi myös elektroniikan lisäämisen. Pääosin mekaanisia komponentteja sisältävään laitteeseen olisi mahdollista lisätä antureita ja siten toteuttaa tiedonkeruuta ja automatiikkaa.

Isobus-järjestelmän toteuttaminen juontolaitteeseen olisi järkevintä tehokkaimpien, urakoinnissa käytettävien mallien osalta, jolloin järjestelmän kustannukset itse laitteeseen verrattuna jäisivät pieniksi. Tavallisten isännänlinjan juontokoneisiin liitetävän Isobus-järjestelmän tuotantokustannukset nousisivat liian suureen osaan pelkän juontolaitteen hinnasta, jolloin kokonaisuuden valmistaminen ei olisi välttämättä kannattavaa.

Toteutettaessa Isobus-järjestelmän avulla juontolaitteen ohjausta olisi juontolaitteeseen lisättävä joitakin antureita mittaamaan esimerkiksi vaijerin vetovoimaa ja -suuntaa. Näin ollen olisi mahdollista esimerkiksi rajoittaa vetovoimaa sivullepäin vedettäessä, jolloin juontolaitteessa oleva kytkin irrottaisi vedon sivusuuntaisen vetovoiman kasvaessa yli säädetyn rajan. Class 3 -luokan traktoreissa olisi mahdollista toteuttaa juontolaitteen vedon katkaisu kytkemällä voimanotto pois päältä juontolaitteen toimesta. Tämän avulla estettäisiin traktorin kaatuminen vaikeissa olosuhteissa.

Virtuaaliterminaali toimisi tässä tilanteessa juontolaitteen ohjaimena ja näyttönä, josta olisi mahdollista säätää esimerkiksi vetovoiman raja-arvoja maaston mukaan. Juontolaitteen kaukokäyttö olisi myös mahdollista toteuttaa virtuaaliterminaalin kautta esimerkiksi siihen liitettävän kauko-ohjatun lisäohjaimen avulla.

Class 3 -luokan Isobus-traktorissa voitaisiin myös traktorin ohjausta toteuttaa virtuaaliterminaalin ja sen kauko-ohjatun lisäohjaimen välityksellä. Ohjattavia kohteita voisivat olla esimerkiksi voimanoton päälle ja poiskytkentä sekä traktorin moottorin kierrosten ohjaus. Näin ollen traktoria ei tarvitsisi käyttää yksinään korkeilla kierroksilla, vaan käyttäjä voisi nostaa kierrokset juonnon alkaessa ja laskea sen jälkeen kauko-ohjauksen välityksellä. Tämän avulla saavutetaan polttoainesäästöjä ja toiminta on ympäristöystävällisempää.

5.4 Puutavarakuormain

Puutavarakuormaimen ohjaukseen Isobus-järjestelmän soveltaminen mahdollistaisi aivan uudenlaisten ominaisuuksien kehittämisen. Varsinaisten liikkeiden ohjaus suoritetaan yleisimmin kahdella joystickillä, mikä on ratkaisuna toimiva eikä sinällään kaipaa uudistusta.

Isobus-järjestelmän toteuttaminen puutavarakuormaimeen mahdollistaisi kuormainta ohjaavien joystickien liittämisen esimerkiksi virtuaaliterminaalin lisäohjaimiksi. Tällöin virtuaaliterminaalin näyttöä voisi hyödyntää esimerkiksi kuormaimen hydraulikkalohkojen virtauksen ja paineen säätöihin.

Järjestelmän avulla olisi mahdollista myös automatisoida kuormaimen liikkeitä. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi kuljetusasennosta työasentoon siirtyminen ja päinvastoin, sivuttaissiirrot pinolta vaunun päälle ja takaisin, hydraulisen jatkeen toiminta ja tukijalkojen lasku ja nosto. Itse kuormaimen automaattiset liikkeet vaativat toteuttamiseltaan paljon anturitekniikkaa mahdollisten vaaratilanteiden eliminoinniseksi.

Hydraulisen jatkopuomin ja tukijalkojen osalta toteuttaminen olisi yksinkertaisempaa. Jatketta voitaisiin ohjata pidentymään ja lyhentymään esimerkiksi taittopuomin asennon mukaisesti. Kun taittopuomia tuotaisiin lähemmäksi, jatkopuomi lyhentyisi ja kauemmaksi vietäessä se pidentyisi. Kuljettaja voisi säätää jatkopuomin liikkeen suhdetta taittopuomiin virtuaaliterminaalin välityksellä. Tukijalkojen liikkeitä olisi myös mahdollista automatisoida. Kuljettaja voisi valita esimerkiksi nostetaanko ja lasketaanko molemmat tukijalat kerralla vai ainoastaan oikea tai vasen.

Class 3 -luokan traktoriin liitettynä Isobus-yhteensopiva kuormain voisi säätää traktorin moottorin kierroksia korkeammaksi silloin kun kuormainta käytetään, jolloin traktori pysyisi tyhjäkäynnillä muissa tilanteissa. Näin olisi mahdollista vähentää polttoaineen kulutusta eikä kuljettajan tarvitsisi huolehtia moottorin kierrosten säädöstä. Myös tukijalka-automaatiikkaa olisi mahdollista laajentaa, jolloin traktori ei lähtisi liikkeelle ennen tukijalkojen nostoa, mikä vähentäisi mahdollisia vaurioita.

Virtuaaliterminaalia olisi mahdollista käyttää myös esimerkiksi kuormaimeen liitetävän vaa'an tai joidenkin muiden mittalaitteiden näyttöinä tilanteesta riippuen.

5.5 Metsäperävaunu

Metsäperävaunun ohjauksen toteutus Isobus-järjestelmällä mahdollistaisi traktorin anturitietojen poimimisen traktorin väylältä ja siten käyttää osana metsäperävaunun ohjausta. Tällaisia tietoja voisivat olla esimerkiksi nopeustiedot, sekä maasta että renkaista mitattuna, voimanoton kytkentä- sekä pyörimisnopeustiedot ja valotiedot.

Nopeustietoa voitaisiin hyödyntää vetävän metsäperävaunun vedon ohjauksessa. Tällöin metsäperävaunun veto säätäisi traktorin nopeuden mukaan automaattisesti esimerkiksi nopeustiedon ohjaaman säätötilavuuspumpun avulla eikä kuljettajan tarvitsisi huolehtia siitä. Traktorin mitatessa nopeutta sekä maasta että renkaista, olisi mahdollista toteuttaa myös automaattisesti päälle menevä perävaunun veto. Vedon toteuttamisessa hyödynnettäisiin maasta ja renkaista mitattavan nopeuden suhdetta ja eron kasvaessa liian suureksi vaunu kytkisi vedon automaattisesti traktoria auttamaan.

Voimanoton kytkentä- ja pyörimisnopeustiedot olisi myös hyvä liittää perävaunun vedon ohjaukseen. Tällöin perävaunun olisi mahdollista esimerkiksi estää vedon kytkeytyminen tilanteessa, jossa voimanulosottoa ei ole kytketty tai se pyörii liian hitaasti. Perävaunu voisi antaa tiedotteen kuljettajalle virtuaaliterminaalin välityksellä ja kehottaisi kytkemään voimanoton päälle tarvittaessa.

Metsäperävaunun aisankäännön ohjaus olisi mahdollista toteuttaa Isobus-järjestelmän välityksellä. Käyttömahdollisuudet voisivat olla joko manuaalisesti virtuaaliterminaalin avulla tai automaattisesti traktorin etupyörien mukaisesti. Automaatiikka vaatisi lisäänturointia tai traktorin etupyörien kääntökulma-anturitiedon liittämistä järjestelmään, sillä se ei kuulu Isobus-järjestelmän keräämiin tietoihin. Automaatiikalla perävaunun aisa kääntyisi samalla, kun käännetään traktorin etupyöriä.

Myös perävaunun valot olisi mahdollista toteuttaa Isobus-järjestelmän avulla. Tämä olisikin järkevin ratkaisu siinä tapauksessa, jos päädytään käyttämään perävaunussa Isobus-järjestelmää. Tällöin ei tarvitsisi rakentaa muita sähköjärjestelmiä, mikä vähentää rikkoutumisriskiä.

5.6 Kustannusten arviointi

Kustannusten määrään vaikuttaa olennaisesti se, käyttääkö yritys Isobustuotteiden kehittämiseen omaa työvoimaa vai ulkopuolisia alihankkijoita. Valmiin tuotteen kehitys ja testaus vaatisi käytännössä ainakin yhden henkilön työpanok-

sen sekä mahdollisesti myös ulkopuolista osaamista. Karkeat kustannusarviot valmiin Isobus-tuotteen, esimerkiksi hakkurin, kehittämiseen ja testaukseen ovat luokkaa yli 100 000 €. Arvio sisältää ohjainlaite-, ohjelmisto-, johdotus- sekä anturisuunnittelun.

Tuotteisiin tarvittavat komponentit eivät ole kovinkaan kalliita. Normaalisti käytettävät anturit ovat hinnaltaan 10–100 €, riippuen anturin mittaustekniikasta. Suurimmat työkoneeseen liittyvistä menoeristä muodostavat itse ohjainlaite ja sitä varten räätälöity ohjelma. Ohjelman valmistuskustannus jakautuu valmistettavien tuotteiden määrällä, joten sen kustannus yhtä tuotetta kohden riippuu olennaisesti kyseisen tuotteen vuotuisesta valmistusmäärästä. Kohtuullisella valmistusmäärällä yksinkertainen työkoneen ohjainlaite, anturointi ja johtosarja ovat hintaluokaltaan muutamia satoja euroja.

Virtuaaliterminaalin perusmallin hinta liikkuu valmistajasta riippuen 1000–2000 eurossa. Terminaalia ei kuitenkaan välttämättä myydä jokaiseen koneeseen, sillä tuotteen hankkivalla käyttäjällä saattaa olla terminaali joko valmiina traktorissa tai jonkin muun valmistajan tuotteen ohessa ostettuna. Näin ollen käyttäjä pystyisi hyödyntämään olemassa olevaa terminaalia eikä hänen tarvitsisi ostaa sitä erikseen.

Erilaisten virtuaaliterminaaliin kytkettävien lisäohjaimien kustannuksista ei juuri-kaan ole tietoa, sillä lisäohjaimet ovat vielä yleisesti harvinaisia ja räätälöity lähinnä tietyn valmistajan ja tuotteen tarpeisiin.

6 YHTEENVETO

Isobus on monipuolinen ja mahdollisuuksia tarjoava järjestelmä. Kuljettajan on helpompaa hallita traktoriin kytkettyä työkonetta, sillä kaikkia koneita voi hallita yhdellä ja samalla terminaalilla. Automaation määrää on mahdollista lisätä huomattavasti, työ voidaan suorittaa nopeasti ja tarkasti, ja tämä kaikki pystytään dokumentoimaan. Useat maatalouskonetekniikan yritykset ovat panostaneet Isobus-järjestelmän tutkimukseen ja kehitykseen.

Edellä on esitelty ISO 11783 -standardin pääkohdat, tutustuttu Isobus-järjestelmään yleisesti ja käyty läpi Isobus-yhteensopivia traktoreita, maataloustyökoneita ja näiden tuotteiden valmistajia. ISO 11783 on harvinaisen laajalti käytössä oleva standardi, joten tässä asiassa maatalouskonevalmistajat ovat poikkeuksellinen ryhmä. Muilla teollisuuden aloilla ei ole standardia, jonka piirissä olisi yhtä monta valmistajaa.

Suomessa Isobus ei ole tämän työn kirjoitushetkellä vielä yleistynyt. Monet työkonvalmistajat ja alan ammattilaiset ovat aiheeseen liittyvässä suunnittelussa ja tuotekehityksessä todella pitkällä, ja laitteita on jo myynnissä. Jälleenmyyjät ovat perehtyneet asiaan pääsääntöisesti erittäin vähän. Loppukäyttäjän on vaikea saada asiasta tietoa, ja Isobus-järjestelmää käsitellään julkisuudessa liian vähän. Jotta järjestelmän yleistyminen nopeutuisi, myyntiportaan on panostettava koulutukseen ja markkinointiin, sekä pyrittävä herättämään yleistä huomiota esimerkiksi maatalousalan lehdistön avulla.

7 LÄHTEET

- Agritek Oy. 2009. Kverneland Exacta -lannoitteenlevittimien tunnusmerkkinä on ainutlaatuinen CentreFlow-levitysjärjestelmä. [www-dokumentti]. Agritek Oy. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.agritek.fi/kverneland_malli?=&malli=Exacta-lannoitteenlevittimet
- Agritek Oy. 2009. MSC+ Suorakylvölannoitin. [www-dokumentti]. Agritek Oy. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.agritek.fi/files/agritek/kverneland_kylvojalannoituskoneet/Tekniset_tiedot_Kverneland_Accord_MSC_2009.pdf
- Agritek Oy. 2009. Suuren kapasiteetin noukinvaunu tehokkaalla rootorisullojalla. [www-dokumentti]. Agritek Oy. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.agritek.fi/kverneland_malli?=&malli=Noukinvaunu
- Aisla J., 2002a. ISO 11783 standardi maa- ja metsätalouskoneiden tiedonsiirrosta koneiden sisäisellä ja välisellä tiedonsiirtoväylällä. Helsingin Yliopisto Maa- ja kotitalousteknologian laitos.
- Aisla J., 2002b. ISO 11783 standardin mukaisen tiedonsiirtoväylän käyttäminen traktorin ja työkoneen väliseen tiedonsiirtoon. Helsingin Yliopisto Maa- ja kotitalousteknologian laitos.
- Amazone. 2010. ISOBUS-jobrechner und CCI-Terminal – Mittelstandsoffensive für ISOBUS. [www-dokumentti]. Amazone Ltd. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=13983>
- Bitcomp Oy. 2010. Bitcomp Oy. [www-dokumentti]. Bitcomp Oy. [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa: <https://www.bitcomp.fi/fi/>
- Case IH. 2010. Machine function/implement control. [www-dokumentti]. Case IH. [viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: <http://www1.caseih.com/northamerica/Products/PrecisionFarming/AFSMachineFunctionImplementControl/Pages/AFSPro600.aspx>
- Epec Oy. 2010. Historia. [www-dokumentti]. Epec Oy. [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa: <http://www.epec.fi/42.html>
- Fellmeth, P. 2003. CAN-based tractor -agricultural implement communication ISO 11783. Vector Informatik.

- Fendt. 2010. Ohjaamo. [www-dokumentti]. AGCO GmbH. [viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: <http://www.fendt.fi/158.asp>
- Grimme. 2010a. GL 34 T: Die Legemaschinen der GL-T-Serie. [www-dokumentti]. Grimme GmbH. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: http://www.grimme.de/de/09/produkte/kartoffeltechnik/legen/gl_43_t.php
- Grimme. 2010b. GT 170: "Die Maschine des Jahres 2006". [www-dokumentti]. Grimme GmbH. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: <http://www.grimme.de/de/09/produkte/kartoffeltechnik/ernten/gt-170.php>
- Grimme. 2010c. GT 300: die neue Leistungsklasse. [www-dokumentti]. Grimme GmbH. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: <http://www.grimme.de/de/09/produkte/kartoffeltechnik/ernten/gt300.php>
- Grimme. 2010d. Willkommen in der Oberklasse: stark, stärker, SE 150/170-60! [www-dokumentti]. Grimme GmbH. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: http://www.grimme.de/de/09/produkte/kartoffeltechnik/ernten/se_150-170-60.php
- Hardi. 2009. HARDI COMMANDER i – now ISOBUS compatible. [www-dokumentti]. Konekesko Ltd. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: <http://www.hardi-international.com/en/News/2009/INT%20agritechnica%20commander.aspx>
- John Deere. 2010. Pellolla. [www-dokumentti]. Deere & Company. [viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: <http://johndeeredistributor.fi/index.php/Maatalouskoneet/Tuotteet/Tuotekorit/7030-sarja/Pellolla>
- Kaarlonen, J. 2006. Isobus-työkoneväylä. Valtra Oy Ab.
- Karhu, R. 2010. FINNLINER Agroteknologiaverkosto Maatalouskonevalmistajat. Teknologiateollisuus ry.
- Karhu, R. 2010. Maatalouskonevalmistajien FINNLINER-kehitysohjelma. Teknologiateollisuus ry.
- K-maatalous. 2010. Noukinvaunut. [www-dokumentti]. K-maatalous. [viitattu 26.3.2010]. Saatavissa: <http://www.k-maatalous.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/rehunkorjuujakasittely/noukinvaunut/Sivut/default.aspx>

- Konekesko. 2009. Grimme nostokoneet. [www-dokumentti]. Konekesko Ltd. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: <http://www.konekesko.com/fi/Etusivu/Maatalouskoneet/Grimmeperunakoneet/Nostokoneet/tabid/7397/Default.aspx>
- Konekesko. 2009. MF 6400 & 7400. [www-dokumentti]. Konekesko Ltd. [viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: http://www.konekesko.com/fi/Portals/0/Maatalouskoneet/Massey%20Ferguson/MF7400/MF%2064-7400HHP%20finnish%2014887_V3.pdf
- Krone. 2009. A product line to be proud of !. [www-dokumentti]. Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: <http://www.krone.de/en/lm/pi/index.html>
- Müller Elektronik. 2010. About us. [www-dokumentti]. Müller Elektronik GmbH. [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa: <http://www.mueller-elektronik.de/en/index.php?a=12>
- Oksanen, T. 2009. Verkotettu automaatio Lecture 5. Teknillinen korkeakoulu, automaatio- ja systeemitekniikan laitos.
- Parker. 2010. Parker Hannifin – tietoja yrityksestä. [www-dokumentti]. Parker Hannifin. [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa: <http://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.0684fe09f6d345faef40eae8237ad1ca/?vgnnextoid=4630724c84e22110VgnVCM100000d0da8c0RCRD&vgnnextfmt=FI>
- Pöttinger. 2009a. Pöttinger ISOBUS. [www-dokumentti]. Alois Pöttinger Maschinenfabrik Ges.m.b.H. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.poettinger.at/landtechnik/download/isobus_en.pdf#search=%22isobus%22
- Pöttinger. 2009b. Pöttinger karhottimet: Kohti hybriditeknologiaa. [www-dokumentti]. Alois Pöttinger Maschinenfabrik Ges.m.b.H. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.poettinger.at/fi/news_details.asp?id=2467
- Pöttinger. 2009c. NOVACAT/NOVADISC. [www-dokumentti]. Alois Pöttinger Maschinenfabrik Ges.m.b.H. [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa: http://www.poettinger.at/landtechnik/download/novacat-novadisc_kombi_de.pdf#search=%22isobus%22
- Valtra 2005. Isobus-lisävarustepaketti N-, T-, M-, ja S-sarjan traktoreihin. [www-dokumentti]. Valtra Oy Ab. [viitattu 25.3.2010]. Saatavissa: http://www.valtra.fi/images/press_06112005_isobus2.jpg
- Visala, A. 2005. HMI-seminaari 2005. Teknillinen korkeakoulu, automaatio- ja systeemitekniikan laitos.

Wapice Oy. 2010. WAPICE OY. [www-dokumentti]. Wapice Oy. [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa:
http://www.wapice.com/wapice_cms/fi/tietoa-meistae.html